

Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В.Р. Филиппова. 2023. № 1(70). С. 103–111.

Vestnik of Buryat State Academy of Agriculture named after V. Philipov. 2023;1(70):103–111.

Научная статья

УДК 634.7

doi : 10.34655/bgsha.2023.70.1.013

**ОРГАНОГЕНЕЗ СЕВЕРНО-РОССИЙСКИХ ФОРМ
МОРОШКИ ПРИЗЕМИСТОЙ (*RUBUS CHAMAEMORUS* L.)
В КУЛЬТУРЕ *IN VITRO***

**Елена Ивановна Куликова¹, Сергей Сергеевич Макаров²,
Ирина Борисовна Кузнецова³, Александр Михайлович Антонов⁴,
Чудецкий Антон Игоревич²**

¹Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина, с. Молочное, Вологда, Вологодская обл., Россия

²Центрально-европейская лесная опытная станция, филиал Всероссийского научно-исследовательского института лесоводства и механизации лесного хозяйства, Кострома, Россия

³Костромская государственная сельскохозяйственная академия, п. Караваево, Костромской р-н, Костромская обл., Россия

⁴Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, Архангельск, Россия

Автор, ответственный за переписку: Сергей Сергеевич Макаров,
makarov_serg44@mail.ru

Аннотация. В статье приведены результаты исследований по изучению влияния состава питательной среды и концентраций цитокинина 6-БАП и ауксина ИМК на рост и развитие микрорастений морошки приземистой (*Rubus chamaemorus* L.) форм Архангельская и Вологодская *in vitro*. Создание плантационных посадок хозяйственно ценных лесных ягодных растений на выработанных торфяниках будет способствовать как решению вопроса о рекультивации и использовании бросовых земель, так и удовлетворению спроса на рынке ягодной продукции. Морошка приземистая представляет большой интерес для культивирования. Для получения большого количества высококачественного оздоровленного посадочного материала лесных ягодных растений при плантационном выращивании целесообразно использовать метод микроклонального размножения. Наибольшие показатели количества и суммарной длины как микропобегов (в среднем, 10,8–10,9 шт. и 28,2–31,8 см), так и корней (6,2–6,8 шт. и 19,7–19,8 см) морошки приземистой изучаемых форм *in vitro* выявлены на питательной среде MS. На этапе «собственно микроразмножение» суммарная длина микропобегов исследуемых форм морошки приземистой *in vitro* при содержании в питательной среде цитокинина 6-БАП в концентрации 0,5 мг/л была в 1,2–1,3 раза больше, чем при концентрации 1,0 мг/л. На этапе «укоренение микропобегов» повышение в питательной среде концентрации ауксина ИМК от 0,5 до 1,0 мг/л способствовало увеличению количества корней морошки приземистой исследуемых форм *in vitro* в 1,4–1,5 раза. Суммарная длина корней морошки приземистой *in vitro* имела максимальные значения (в среднем, 12,7–14,9 см) при концентрации ИМК 0,5 мг/л.

Ключевые слова: морошка приземистая, клональное микроразмножение, побегообразование, корнеобразование, питательная среда, регуляторы роста, *in vitro*.

ORGANOGENESIS OF NORTHERN RUSSIAN FORMS OF CLOUDBERRY (*RUBUS CHAMAEMORUS* L.) IN *IN VITRO* CULTURE

Elena I. Kulikova¹, Sergey S. Makarov², Irina B. Kuznetsova³, Aleksandr M. Antonov⁴,
Anton I. Chudetsky²

¹Vologda State Dairy Academy named after N.V. Vereshchagin, Molochnoe village, Vologda, Vologda region, Russia

²Central European Forest Experiment Station, Branch of All-Russian Research Institute of Silviculture and Mechanization of Forestry, Kostroma, Russia

³Kostroma State Agricultural Academy, Karavaevo village, Kostroma district, Kostroma region, Russia

⁴Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russia

Corresponding author: Sergey S. Makarov, makarov_serg44@mail.ru

Abstract. *The article deals with the results of studies on the effect of the nutrient medium composition and the concentrations of 6-BAP cytokinin and IBA auxin on the growth and development of cloudberry (*Rubus chamaemorus* L.) microplants of Arkhangelsk and Vologda forms in vitro. Development of plantation plantings of economically valuable forest berry plants on depleted peatlands will contribute both to the solution of the issue of recultivation and use of waste lands, and to satisfy the demand of berry products in the market. Cloudberry is of great interest for cultivation. The usage of the method of clonal micropropagation is advisable to obtain a large amount of high-quality healthy planting material for forest berry plants during plantation cultivation. The highest indicators of the number and total length of both microshoots (on average 10.8–10.9 pieces and 28.2–31.8 cm) and roots (6.2–6.8 pieces and 19.7–19.8 cm) of cloudberry forms in vitro are detected on MS nutrient medium. The total length of microshoots of the studied forms of cloudberry in vitro with the content of cytokinin 6-BAP in the nutrient medium at a concentration of 0.5 mg/l is 1.2–1.3 times greater than at a concentration of 1.0 mg/l at the “proper micropropagation” stage. The increase in the concentration of IBA auxin in the nutrient medium from 0.5 to 1.0 mg/l contributed to the increase in the number of cloudberry roots of the studied forms in vitro by 1.4–1.5 times at the “rooting of microshoots” stage. The total length of the roots of cloudberry in vitro has maximum values (12.7–14.9 cm on average) at a concentration of IBA of 0.5 mg/l.*

Keywords: cloudberry, clonal micropropagation, shoot formation, root formation, nutrient medium, growth regulators, *in vitro*.

Введение. В последние годы расширяется спрос на свежие, замороженные и переработанные лесные ягоды, в том числе на такие хозяйственно ценные в пищевом или лекарственном отношении, как голубика, клюква, морошка, княженика и др. Необходимость культивирования этих видов обусловлена значительным сокращением природных запасов дикорастущих ягод вследствие лесохозяйственной деятельности, техногенного загрязнения, лесных пожаров, нерегулируемой эксплуатации высокопродуктивных ягодных угодий. Проведенные в России и других странах исследования показали целесообразность и перспективность использо-

вания для выращивания этих видов на выработанных торфяниках [1-3], которые на территории лесного фонда Российской Федерации занимают значительные площади (более 1 млн га) и в настоящее время представляют собой бросовые земли. Создание посадок дикорастущих ягодных растений является перспективным методом биологической рекультивации выработанных торфяников, являющихся причиной лесных пожаров, засорения водоемов паводковыми стоками, пыльных бурь и других негативных явлений.

Немалый интерес для культивирования представляет морошка приземистая (*Rubus chamaemorus* L.) – многолетнее

двудомное травянистое длиннокорневищное растение из семейства Розоцветные с однолетними надземными простыми прямостоячими побегами высотой 5–30 см. Для северных жителей морошка издавна является одним из наиболее ценных в лекарственном и пищевом отношении ягодных растений. Химический состав плодов включает белки (0,8%), сахара (3–7%), пектиновые вещества (3,8%), аскорбиновую и лимонную кислоты, фитонциды, каротин, магний, кальций, железо, алюминий, фосфор, кремний. Сок из ягод морошки обладает сильным бактерицидным действием. Ягоды обладают противогрибковым, противовоспалительным, кровоостанавливающим воздействием, могут использоваться при лечении кашля, лихорадки, сердечных заболеваний [4-7].

Морошка приземистая является гипоарктическим видом, имеющим циркумбореальное распространение: она встречается в широтном протяжении на всей территории России – от Карелии и Калининградской области до берегов Тихого океана; северная граница ареала морошки в России – арх. Северная Земля, южная граница в европейской части России – северные районы Смоленской, Московской, Нижегородской областей, южные части Ивановской и Ярославской областей. Морошка – ацидофильный вид, занимающий болотные и заболоченные лесные участки (с pH торфа в пределах 2,1...4,5). Морошка произрастает на почвах с низким содержанием минеральных солей; ее также можно встретить на минеральных почвах с хорошим слоем перегноя [4; 8; 9].

Морошка – сравнительно новый для культивирования вид, поэтому, несмотря на интерес к данному виду и активную работу по интродукции в Канаде и ряде стран Северной Европы во 2-й половине XX – начале XXI в., многие вопросы ее выращивания недостаточно разработаны. При этом рядом исследований показана возможность успешного выращивания морошки на выработанных торфяниках [10-14]. Однако для получения большого количества оздоровленного и гене-

тически однородного посадочного материала при создании ягодных плантаций целесообразно использование метода микроклонального размножения [15]. При этом необходимо использовать сорта и формы, адаптированные к природно-климатическим условиям района выращивания и обладающие большей урожайностью и качеством плодов. Несмотря на ряд проведенных исследований по выращиванию морошки приземистой в культуре *in vitro* [16-20], недостаточно изучены особенности микроклонирования местных форм. В связи с этим требуется совершенствование технологии микроклонального размножения форм морошки приземистой северно-российского происхождения.

Цель исследований – изучить влияние состава питательной среды и концентрации росторегулирующих веществ цитокининовой и ауксиновой групп на процессы образования микропобегов и корней морошки приземистой форм архангельского и вологодского происхождения в условиях *in vitro*.

Объекты и методы. Исследования проводили в 2021–2022 гг. в лабораториях биотехнологии на базе Вологодской государственной молочнохозяйственной академии им. Н.В. Верещагина и Центрально-европейской лесной опытной станции ВНИИЛМ по общепринятым методикам [15; 21]. В качестве объектов исследований использовали растения морошки приземистой (*Rubus chamaemorus* L.) форм Архангельская и Вологодская, отобранных из соответствующих естественных условий произрастания.

Растения-регенеранты культивировали на питательной среде Мурисиге-Скуга (MS) [22], в том числе в вариантах разбавления минеральной основы в 2 и 4 раза, в условиях световой комнаты (фотопериод – 16 ч света и 8 ч темноты) при поддержании температуры +23...+25°C и влажности воздуха 75–80%. На этапе «собственно микроразмножение» в качестве росторегулирующих веществ использовали 6-бензиламинопурил (6-БАП) в концентрациях 0,5 и 1,0 мг/л; на этапе «укоренение микропобегов» – индолпилмасля-

ную кислоту (ИМК) в концентрациях 0,5 и 1,0 мг/л. Учитывали количество, среднюю и суммарную длину микрополюгов и корней в расчете на одно растение. Повторность опыта 10-кратная, по 15 пробирочных растений в каждой. Оценку достоверности опытов проводили с помощью наименьшей существенной разности на 5% уровне значимости (HCP_{05}), где: фактор А – состав питательной среды; фактор В – концентрация цитокинина или ауксина. Статистическую обработку полученных данных проводили с помощью программ AGROS v.2.11

и Microsoft Office Excel 2016.

Результаты и обсуждение. В результате проведенных исследований выявлено, что на питательной среде MS формировалось значительно большее количество микрополюгов морошки приземистой (в среднем, 10,8–10,9 шт.), чем на средах MS 1/2 (в 1,7 раза) и MS 1/4 (в 2–2,1 раза). Повышение концентрации цитокинина 6-БАП от 0,5 до 1,0 мг/л способствовало увеличению количества микрополюгов морошки форм Архангельская и Вологодская в 1,3 раза (табл. 1).

Таблица 1 – Количество микрополюгов (шт.) северно-российских форм морошки приземистой *in vitro* в зависимости от состава питательной среды и концентрации цитокинина 6-БАП

| Форма | Питательная среда | Концентрация 6-БАП, мг/л | | |
|---------------|--|--------------------------|------|---------|
| | | 0,5 | 1,0 | Среднее |
| Архангельская | MS | 9,3 | 12,4 | 10,8 |
| | MS 1/2 | 5,6 | 7,4 | 6,5 |
| | MS 1/4 | 4,2 | 6,2 | 5,2 |
| | Среднее | 6,4 | 8,6 | - |
| | HCP_{05} фактор А = 0,92, фактор В = 1,43, общ. = 1,85 | | | |
| Вологодская | MS | 9,0 | 12,9 | 10,9 |
| | MS 1/2 | 6,2 | 6,9 | 6,5 |
| | MS 1/4 | 5,0 | 5,9 | 5,4 |
| | Среднее | 6,7 | 8,5 | - |
| | HCP_{05} фактор А = 0,77, фактор В = 1,02, общ. = 1,32 | | | |

Средняя длина микрополюгов морошки приземистой *in vitro* была наибольшей на питательной среде MS и составляла, в среднем, у формы Архангельская 2,7 см, у формы Вологодская – 3,0 см, что в 1,3–1,5 раза больше, чем на среде

MS 1/2, и в 1,8–1,9 раза больше, чем на среде MS 1/4. С увеличением концентрации цитокинина 6 БАП от 0,5 до 1,0 мг/л средняя длина микрополюгов у исследуемых форм морошки уменьшалась в 1,6–1,8 раза (табл. 2).

Таблица 2 – Средняя длина микрополюгов (см) северно-российских форм морошки приземистой *in vitro* в зависимости от состава питательной среды и концентрации цитокинина 6-БАП

| Форма | Питательная среда | Концентрация 6-БАП, мг/л | | |
|---------------|--|--------------------------|-----|---------|
| | | 0,5 | 1,0 | Среднее |
| Архангельская | MS | 3,4 | 2,0 | 2,7 |
| | MS 1/2 | 2,8 | 1,5 | 2,1 |
| | MS 1/4 | 2,0 | 1,0 | 1,5 |
| | Среднее | 2,7 | 1,5 | - |
| | HCP_{05} фактор А = 0,47, фактор В = 1,08, общ. = 1,04 | | | |
| Вологодская | MS | 3,6 | 2,4 | 3,0 |
| | MS 1/2 | 2,5 | 1,6 | 2,0 |
| | MS 1/4 | 2,1 | 1,2 | 1,6 |
| | Среднее | 2,7 | 1,7 | - |
| | HCP_{05} фактор А = 0,92, фактор В = 1,10, общ. = 1,47 | | | |

Суммарная длина микропобегов изучаемых форм морошки приземистой *in vitro* была максимальной на питательной среде MS и достигала, в среднем, 28,2–31,8 см, что больше в 2,1–2,4 раза, чем на среде MS 1/2, и в 3,6–3,9 раза, чем

на MS 1/4. При концентрации в питательной среде цитокинина 6 БАП 0,5 мг/л суммарная длина микропобегов составляла 18,6–19,6 см, что в 1,2–1,3 раза больше, чем при концентрации 1,0 мг/л (табл. 3).

Таблица 3 – Суммарная длина микропобегов (см) северно-российских форм морошки приземистой *in vitro* в зависимости от состава питательной среды и концентрации цитокинина 6-БАП

| Форма | Питательная среда | Концентрация 6-БАП, мг/л | | |
|---------------|---|--------------------------|------|---------|
| | | 0,5 | 1,0 | Среднее |
| Архангельская | MS | 31,6 | 24,8 | 28,2 |
| | MS 1/2 | 15,7 | 11,2 | 13,5 |
| | MS 1/4 | 8,4 | 6,2 | 7,3 |
| | Среднее | 18,6 | 14,1 | - |
| | НСР ₀₅ фактор А = 1,43, фактор В = 1,60, общ. = 1,99 | | | |
| Вологодская | MS | 32,6 | 31,0 | 31,8 |
| | MS 1/2 | 15,6 | 11,1 | 13,3 |
| | MS 1/4 | 10,5 | 7,2 | 8,8 |
| | Среднее | 19,6 | 16,4 | - |
| | НСР ₀₅ фактор А = 1,56, фактор В = 1,85, общ. = 2,11 | | | |

На этапе «укоренение микропобегов» количество корней у растений морошки приземистой, культивируемых на питательной среде MS, было наибольшим и составляло, в среднем, у формы Архангельская 6,8 шт., у формы Вологодская – 6,2 шт., что больше в 1,3 раза, чем на сре-

де MS 1/2, и в 2–2,2 раза, чем на среде MS 1/4. С повышением в питательной среде концентрации ауксина ИМК с 0,5 до 1,0 мг/л количество корней у исследуемых форм морошки *in vitro* увеличивалось, в среднем, в 1,4–1,5 раза (табл. 4).

Таблица 4 – Количество корней (шт.) северно-российских форм морошки приземистой *in vitro* в зависимости от состава питательной среды и концентрации ауксина ИМК

| Форма | Питательная среда | Концентрация ИМК, мг/л | | |
|---------------|---|------------------------|-----|---------|
| | | 0,5 | 1,0 | Среднее |
| Архангельская | MS | 5,0 | 8,6 | 6,8 |
| | MS 1/2 | 4,2 | 5,9 | 5,1 |
| | MS 1/4 | 2,8 | 3,3 | 3,1 |
| | Среднее | 4,0 | 5,9 | - |
| | НСР ₀₅ фактор А = 0,62, фактор В = 0,96, общ. = 1,19 | | | |
| Вологодская | MS | 4,8 | 7,7 | 6,2 |
| | MS 1/2 | 3,8 | 6,0 | 4,9 |
| | MS 1/4 | 3,5 | 2,6 | 3,1 |
| | Среднее | 4,0 | 5,4 | - |
| | НСР ₀₅ фактор А = 0,81, фактор В = 0,52, общ. = 1,12 | | | |

Средняя длина корней у исследуемых форм морошки приземистой *in vitro* была наибольшей на питательной среде MS (3,2 см) и превышала данный показатель по сравнению с вариантами MS 1/2 и

MS 1/4 в 1,2–1,4 и в 1,8–2,1 раза соответственно. Увеличение концентрации ауксина ИМК способствовало уменьшению средней длины корней, в среднем, в 1,9–2,3 раза (табл. 5).

Таблица 5 – Средняя длина корней (см) северно-российских форм морошки приземистой *in vitro* в зависимости от состава питательной среды и концентрации ауксина ИМК

| Форма | Питательная среда | Концентрация ИМК, мл/л | | |
|---------------|---|------------------------|-----|---------|
| | | 0,5 | 1,0 | Среднее |
| Архангельская | MS | 4,5 | 2,0 | 3,2 |
| | MS 1/2 | 3,5 | 1,8 | 2,6 |
| | MS 1/4 | 2,7 | 1,0 | 1,8 |
| | Среднее | 3,6 | 1,6 | - |
| | НСР ₀₅ фактор А = 0,68, фактор В = 0,90, общ. = 1,10 | | | |
| Вологодская | MS | 4,0 | 2,3 | 3,2 |
| | MS 1/2 | 3,1 | 1,5 | 2,3 |
| | MS 1/4 | 2,0 | 1,1 | 1,5 |
| | Среднее | 3,0 | 1,6 | - |
| | НСР ₀₅ фактор А = 0,98, фактор В = 1,23, общ. = 1,92 | | | |

Суммарная длина корней форм морошки приземистой *in vitro* на питательной среде MS достигала максимальных значений (19,7–19,8 см), что больше по сравнению со средой MS 1/2 в 1,6–1,9 раза, со средой MS 1/4 – в 3,6–4,0 раза. Увеличе-

ние в питательной среде концентрации ауксина ИМК с 0,5 до 1,0 мл/л способствовало существенному уменьшению суммарной длины корней морошки формы Архангельская, в среднем, в 1,4 раза, формы Вологодская – в 1,2 раза (табл. 6).

Таблица 6 – Суммарная длина корней (см) северно-российских форм морошки приземистой *in vitro* в зависимости от состава питательной среды и концентрации ауксина ИМК

| Форма | Питательная среда | Концентрация ИМК, мл/л | | |
|---------------|---|------------------------|------|---------|
| | | 0,5 | 1,0 | Среднее |
| Архангельская | MS | 22,5 | 17,2 | 19,8 |
| | MS 1/2 | 14,7 | 10,6 | 12,6 |
| | MS 1/4 | 7,6 | 3,3 | 5,5 |
| | Среднее | 14,9 | 10,4 | - |
| | НСР ₀₅ фактор А = 1,19, фактор В = 1,62 общ. = 1,98 | | | |
| Вологодская | MS | 19,3 | 20,1 | 19,7 |
| | MS 1/2 | 11,8 | 9,1 | 10,4 |
| | MS 1/4 | 7,1 | 2,9 | 5,0 |
| | Среднее | 12,7 | 10,7 | - |
| | НСР ₀₅ фактор А = 1,32, фактор В = 1,82, общ. = 2,42 | | | |

Таким образом, по результатам проведенных исследований по клональному микроразмножению северно-российских форм морошки приземистой можно сделать следующие **выводы**:

1. На этапе «собственно микроразмножение» количество, средняя и суммарная длина микропобегов морошки приземистой форм Архангельская и Вологодская на питательной среде MS были значительно больше, чем на средах MS 1/2 и MS 1/4.

2. При содержании в питательной среде цитокинина 6-БАП в концентрации

0,5 мг/л суммарная длина микропобегов исследуемых форм морошки приземистой *in vitro* была больше, чем при концентрации 1,0 мг/л.

3. На этапе «укоренение микропобегов» количество, средняя и суммарная длина корней растений морошки приземистой форм Архангельская и Вологодская *in vitro* были наибольшими при культивировании растений на питательной среде MS.

4. При повышении в питательной среде концентрации ауксина ИМК от 0,5 до 1,0 мл/л количество корней у морошки приземистой *in vitro* увеличивалось,

однако средняя длина значительно уменьшалась, суммарная длина корней была наибольшей при концентрации 0,5 мл/л.

Список источников

1. Starast M., Karp K., Paal T. The Effect of Using Different Mulches and Growth Substrates on Half-highbush Blueberry (*Vaccinium corymbosum* x *V. angustifolium*) Cultivars "Northblue" and "Northcountry" // *Acta Horticulturae, Proc. of the 7th Int. Symp., Chile, 2000*. Pp. 281–286.
2. Berry Cultivation in Cutover Peatlands in Estonia: Agricultural and Economical Aspects / K. Vahejõe, T. Albert, M. Noormets [et al.] // *Baltic Forestry*. 2010. V. 16. No. 2. Pp. 264–272.
3. Тяк Г.В., Курлович Л.Е., Тяк А.В. Биологическая рекультивация выработанных торфяников путем создания посадок лесных ягодных растений // *Вестник Казанского гос. аграрного ун-та*. 2016. Т. 11, № 2. С. 43–46. EDN : WHQVNF
4. Косицын В.Н. Морошка: биология, ресурсный потенциал, введение в культуру: монография. Москва: ВНИИЛМ, 2001. 140 с.
5. Ручкина Н. Морошка // *Химия и жизнь*. 2015. № 10. С. 56–57.
6. Савельева И.Б. Лесные целители. Клюква, брусника, морошка, черника. СПб.: Невский проспект, 2005. 160 с.
7. Барнаулов О.Д., Пospelова М.Л. Лекарственные свойства фруктов и ягод. СПб.: Информ-Навигатор, 2013. 256 с.
8. Taylor K. *Rubus chamaemorus* L. // *Biological Flora of the British Isles. The J. Ecology*. 1971. V. 59. Pp. 293–306.
9. Rapp K. *Cloudberry Growers Guide*. Tromsø, Norway: North Norwegian Centre for Research and Rural Development, 2004. 15 p.
10. Kokko H., Teittinen H., Kdrenlampi S. Revegetation of Peatland for Cloudberry Cultivation // *Proc. 12th Int. Congress "Wise Use of Peatlands"*, Tampere, Finland, 6-11 June, 2004. Juvdskylд : Int. Peat Society, 2004. Pp. 379–382.
11. Theroux-Rancourt G., Rochefort L., Lapointe L. Cloudberry Cultivation in Cutover Peatlands: Hydrological and Soil Physical Impacts on the Growth of Different Clones and Cultivars // *Mires Peat*. 2009. V. 5. Pp. 1–16.
12. Bussieres J., Rochefort L., Lapointe L. Cloudberry Cultivation in Cutover Peatland: Improved Growth on Less Decomposed Peat // *Can. J. Plant Sci.* 2015. V. 95. Pp. 479–489. doi:10.4141/CJPS-2014-299
13. Boulanger-Pelletier J., Lapointe L. Fertilization Stimulates Root Production in Cloudberry Rhizomes Transplanted in a Cutover Peatland // *Can. J. Plant Sci.* 2017. V. 97. Pp. 1046–1056.
14. Salonen V. Relationship between the Seed Rain and the Establishment of Vegetation in Two Areas Abandoned after Peat Harvesting // *Holarctic Ecol.* 1987. V. 10. Pp. 171–174.
15. Сельскохозяйственная биотехнология: учебник/ В.С. Шевелуха [и др.]. Москва : Высшая школа, 2008. 416 с. EDN: QKQWQJ
16. Концевая И.И., Шалупаев М.П., Яцына А.А. Использование культуры тканей для размножения редкого ягодного растения Беларуси – морошки приземистой // *Лес, наука, молодежь: мат-лы междунар. науч. конф. Гомель, 1999*. Т. 2. С. 227–228.
17. Thiem B. Micropropagation of Cloudberry (*Rubus chamaemorus* L.) by Initiation of Axillary Shoots // *Acta Soc. Bot. Pol.* 2001. V. 70. P. 11–16.
18. In Vitro Propagation of Cloudberry (*Rubus chamaemorus*) [Text] / I. Martinussen, G. Nilsen, L. Svenson [et al.] // *Plant Cell Tissue Organ Cult.* 2004. V. 78. Pp. 43–49.
19. Debnath S.C. A Two-step Procedure for In Vitro Multiplication of Cloudberry (*Rubus chamaemorus* L.) Shoots Using Bioreactor // *Plant Cell Tissue and Organ Culture*. 2007. V. 88. No. 2. Pp. 185–191. doi: 10.1007/s11240-006-9188-x
20. In Vitro Propagation of *Rubus chamaemorus* L. and *Rubus arcticus* / D. Zontikov, S. Zontikova, R. Sergeev, A. Shurgin // *Proc. 14th Int. Multidisciplinary Sc. Geoconf. and EXPO, Albena, 2014*. Pp. 397–403.
21. Калашникова Е.А. Клеточная инженерия растений: учеб. и практикум для вузов. Москва: Юрайт, 2020. 333 с. EDN : LOUOLP
22. Murashige T.A., Skoog F. Revised Medium for Rapid Growth and Bioassays with Tobacco Tissue Cultures // *Physiol. Plantarum*. 1962. V. 3. No. 15. Pp. 473–497.

References

1. Starast M., Karp K., Paal T. The Effect of Using Different Mulches and Growth Substrates on Half-highbush Blueberry (*Vaccinium corymbosum* Ч *V. angustifolium*) Cultivars "Northblue" and "Northcountry". *Acta Horticulturae, Proc. of the 7th Int. Symp.* Chile, 2000. Pp. 281–286.

2. Vahejxe K., Albert T., Noormets M. [et al.]. Berry Cultivation in Cutover Peatlands in Estonia: Agricultural and Economical Aspects. *Baltic Forestry*. 2010;16 (2):264–272.
3. Tyak G.V., Kurlovich L.E., Tyak A.V. Biological Reclamation of Developed Peatlands by Creating Plantings of Forest Berry Plants. *Vestnik of the Kazan state agrarian universit.* 2016;11(2):43–46 (In Russ.)
4. Kositsyn V.N. Moroshka: biologiya, resursnyj potencial, vvedenie v kul'turu [Cloudberry: Biology, Resource Potential, Introduction to Culture]. Moscow: VNIILM Publ., 2001. 140 p. (In Russ.)
5. Ruchkina N. Moroshka [Cloudberry]. *Himiya i zhizn' [Chemistry and Life]*. 2015;10:56–57 (In Russ.)
6. Savelyeva I.B. Lesnye celiteli. Klyukva, brusnika, moroshka, chernika [Forest Healers. Cranberry, Lingonberry, Cloudberry, Bilberry]. Saint-Petersburg: Nevsky Prospekt, 2005. 160 p. (In Russ.)
7. Barnaulov O.D., Pospelova M.L. Lekarstvennye svoystva fruktov i yagod [Medicinal Properties of Fruits and Berries]. Saint-Petersburg: Inform-Navigator, 2013. 256 p. (In Russ.)
8. Taylor K. *Rubus chamaemorus L. Biological Flora of the British Isles. The J. Ecology*. 1971;59:293–306.
9. Rapp K. Cloudberry Growers Guide. Tromso, Norway: North Norwegian Centre for Research and Rural Development, 2004. 15 p.
10. Kokko H., Teittinen H., Kgrenlampi S. Revegetation of Petland for Cloudberry Cultivation. *Proc. 12th Int. Congress "Wise Use of Peatlands"*, Tampere, Finland, 6–11 June, 2004. Jyväskylä : Int. Peat Society, 2004. Pp. 379–382.
11. Theroux-Rancourt G., Rochefort L., Lapointe L. Cloudberry Cultivation in Cutover Peatlands: Hydrological and Soil Physical Impacts on the Growth of Different Clones and Cultivars. *Mires Peat*. 2009;5:1–16.
12. Bussieres J., Rochefort L., Lapointe L. Cloudberry Cultivation in Cutover Peatland: Improved Growth on Less Decomposed Peat. *Can. J. Plant Sci.* 2015;95: 479–489.
13. Boulanger-Pelletier J., Lapointe L. Fertilization Stimulates Root Production in Cloudberry Rhizomes Transplanted in a Cutover Peatland. *Can. J. Plant Sci.* 2017; 97:1046–1056.
14. Salonen V. Relationship between the Seed Rain and the Establishment of Vegetation in Two Areas Abandoned after Peat Harvesting. *Holarctic Ecol.* 1987;10:171–174.
15. Sheveluha V.S. [et al.]. Sel'skohozyajstvennaya biotekhnologiya [Agricultural Biotechnology]. Moscow: Vysshaya shkola, 2008. 416 p. (In Russ.)
16. Kontsevaya I.I., Shalupaev M.P., Yatsyna A.A. Ispol'zovanie kul'tury tkanej dlya razmnozheniya redkogo yagodnogo rasteniya Belarusi – moroshki prizemistoj [The Use of Tissue Culture for Propagation of Squat Cloudberry as a Rare Berry Plant in Belarus]. *Proc. Int. Conf. "Les, nauka, molodezh"*, Gomel, Belarus, 1999. Vol. 2. Pp. 227–228 (In Russ.)
17. Thiem B. Micropropagation of Cloudberry (*Rubus chamaemorus L.*) by Initiation of Axillary Shoots. *Acta Soc. Bot. Pol.* 2001;70:11–16.
18. Martinussen I., Nilsen G., Svenson L. [et al.]. In Vitro Propagation of Cloudberry (*Rubus chamaemorus*). *Plant Cell Tissue Organ Cult.* 2004;78:43–49.
19. Debnath S.C. A Two-step Procedure for In Vitro Multiplication of Cloudberry (*Rubus chamaemorus L.*) Shoots Using Bioreactor. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*. 2007;88(2):185–191. doi: 10.1007/s11240-006-9188-x
20. Zontikov D., Zontikova S., Sergeev R., Shurgin A. In Vitro Propagation of *Rubus chamaemorus L.* and *Rubus arcticus*. *Proc. 14th Int. Multidisciplinary Sc. Geoconf. and EXPO*, Albena, 2014. Pp. 397–403.
21. Kalashnikova E.A. Kletochnaya inzheneriya rastenij [Cellular Plant Engineering]. Moscow. Urait, 2020. 333 p. (In Russ.)
22. Murashige T., Skoog F. Revised Medium for Rapid Growth and Bioassays with Tobacco Tissue Cultures. *Physiol. Plantarum*. 1962;3(15):473–497.

Информация об авторах

Елена Ивановна Куликова – кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой растениеводства, земледелия и агрохимии; доцент, elena-kulikova@list.ru;

Сергей Сергеевич Макаров – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник группы недревесной продукции леса;

Ирина Борисовна Кузнецова – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрохимии, почвоведения и защиты растений; доцент, sonnereiser@yandex.ru

Александр Михайлович Антонов – кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой ландшафтной архитектуры и искусственных лесов; доцент;

Антон Игоревич Чудецкий – ведущий инженер группы лесоводства, a.chudetsky@mail.ru

Information about the authors

Elena I. Kulikova – Candidate of Agricultural Sciences, Head of Plant Growing, Agriculture and Agrochemistry Chair; Associate Professor, elena-kulikova@list.ru;

Sergey S. Makarov – Candidate of Sciences (Agriculture), Senior Researcher of Non-timber Forest Products Group;

Irina B. Kuznetsova – Candidate of Sciences (Agriculture), Associate Professor of Agrochemistry, Soil Science and Plant Protection Chair; Associate Professor, sonnereiser@yandex.ru

Alexander M. Antonov – Candidate of Agricultural Sciences, Head of Architecture and Artificial Forests Chair; Associate Professor;

Anton I. Chudetsky – Leading Engineer of Forestry Group, a.chudetsky@mail.ru

Статья поступила в редакцию 05.05.2022; одобрена после рецензирования 10.06.2022; принята к публикации 20.02.2023.

The article was submitted on 05.05.2022; approved after reviewing on 10.06.2022; accepted for publication on 20.02.2023.